

## ปริมาณรังสีใต้ก้อนตะกั่ว จากการฉายรังสีแบบ split field ด้วยเครื่องโคบอลต์-60

อัจฉรี ศรีนุเคราะห์, วท.ม.\*

### บทคัดย่อ

**ภูมิหลัง:** ปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญใต้ก้อนตะกั่วได้รับจากการฉายรังสีแบบ split field โดยใช้เครื่องโคบอลต์-60 อาจคำนวณทางอ้อมได้ด้วยมือ แต่ใช้เวลานาน หรืออาจใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่มีราคาสูงมาก นอกจากนี้ ข้อมูลทางรังสีฟิสิกส์ของเครื่องโคบอลต์-60 แต่ละเครื่อง และความสามารถในการปิดกั้นรังสีของก้อนตะกั่วแต่ละชุดก็อาจแตกต่างกัน **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาปริมาณรังสีใต้ก้อนตะกั่วหนา 5 เซนติเมตร ที่มีความกว้างประมาณ 4.6 เซนติเมตร ที่ระยะ 80 เซนติเมตรจากต้นกำเนิดรังสี ในการฉายรังสีแบบ split field เทคนิค source-axis distance ด้วยเครื่องโคบอลต์-60 ยี่ห้อ Theratron รุ่น 780C **วัสดุและวิธีการ:** หา %primary transmission ของก้อนตะกั่ว แล้วหา %transmitted dose ใต้ก้อนตะกั่ว ในตัวกลางน้ำ ด้วยหัววัดรังสี Ionization chamber NE 0.60 cc Robust Farmer 2581 (polystyrene cap) เมื่อก้อนตะกั่วอยู่ในแนวแกนกลางลำรังสี และเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสี 1 ถึง 4 เซนติเมตร ด้วยขนาดลำรังสี 10x10 ถึง 25x25 ตารางเซนติเมตร ที่ระดับความลึก 0.811 ถึง 11.811 เซนติเมตร **ผลการศึกษา:** %primary transmission ของก้อนตะกั่วมีค่าประมาณ 4% ค่า %transmitted dose จากขนาดลำรังสีและระดับความลึกในการศึกษาค้างนี้ มีค่าน้อยที่สุด 5.2113% ที่ความลึก 0.811 เซนติเมตร ด้วยขนาดลำรังสี 10x10 ตารางเซนติเมตร และเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสี 4 เซนติเมตร และมีค่ามากที่สุด 21.7730% ที่ความลึก 11.811 เซนติเมตร ด้วยขนาดลำรังสี 25x25 ตารางเซนติเมตร ในแนวแกนกลางลำรังสี **สรุป:** ก้อนตะกั่วที่ใช้สามารถลดปริมาณรังสีลงได้ประมาณ 96% ปริมาณรังสีใต้ก้อนตะกั่ว ขึ้นกับ ขนาดลำรังสีที่เปิด, ตำแหน่งที่ปิดกั้นรังสี และระดับความลึก

**Abstract:** Radiation Dose under Lead Block in Split Field Irradiation Using Cobalt-60 Machine

Adcharee Seenukhroah, M.Sc.

Division of Therapeutic Radiology and Oncology, Department of Radiology, Maharat Nakhon Ratchasima Hospital. Nakhon Ratchasima 30000

*Nakhon Ratch Med Bull 2007; 31: 105-112.*

\* หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000

**Background:** Radiation dose which important organs under lead block received from split field irradiation using Cobalt-60 machine can be indirectly estimated by manual calculation taking longer time, or by computer planning, costing very high. Moreover, the data of radiation physics of each Cobalt-60 machine and the ability to protect radiation of each lead block probably differ. **Objective:** To study the radiation dose under lead block which has thickness of 5 cm and wideness of about 4.6 cm at a distance of 80 cm from the radiation source in split field irradiation with source-axis distance technique using Cobalt-60 machine (Theratron 780C). **Materials & Methods:** By studying the %primary transmission of the lead block then the %transmitted dose under lead block. The study was performed in water phantom using ionization chamber NE 0.60 cc Robust Farmer 2581 (polystyrene cap) when the lead block located on central axis and off-axis 1 to 4 cm. The field size and measurement depth studied were 10x10 to 25x25 cm<sup>2</sup> and 0.811 to 11.811 cm respectively. **Results:** The %primary transmission of the lead block was about 4%. The minimum %transmitted dose for all field size and measurement depth studied was 5.2113% at measurement depth of 0.811 cm with field size of 10x10 cm<sup>2</sup> and on off-axis 4 cm whereas the maximum was 21.7330% at measurement depth of 11.811 cm with field size of 25 cm<sup>2</sup> on central axis. **Conclusion:** The lead block can reduce radiation dose down to about 96%. Radiation dose under lead block depends on field size, location of the shield and measurement depth.

## ภูมิหลัง

การฉายรังสีจากระยะไกล (Teletherapy) ด้วยเครื่องฉายรังสีโคบอลต์-60 นอกจากจะครอบคลุมอวัยวะที่ต้องการรักษาแล้วยังมีอวัยวะสำคัญอื่น ๆ อยู่ภายในบริเวณฉายรังสีนั้นซึ่งมีความทนต่อการได้รับปริมาณรังสีสูงค่อนข้างต่ำ หากได้รับปริมาณรังสีสูงเกินกว่า normal tissue tolerance<sup>(1)</sup> อาจเกิดผลข้างเคียงจากการฉายรังสีตามมาได้ อวัยวะเหล่านี้ควรได้รับการป้องกันจากรังสี ด้วยการใส่ตะกั่วปิดกั้นรังสีที่หัวเครื่องฉายรังสี ให้ตรงกับตำแหน่งของอวัยวะนั้น แต่อย่างไรก็ตาม ตะกั่วที่ใช้สำหรับเครื่องโคบอลต์-60 ที่มีขายในท้องตลาดซึ่งมีความหนาประมาณ 5 half value layer (5 HVL)<sup>(2-4)</sup> หรือ 5 เซนติเมตร ก็ไม่สามารถป้องกันรังสีได้ทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออวัยวะที่ต้องการป้องกันด้วยตะกั่วอยู่นอกใกล้กับศูนย์กลางของบริเวณรักษา

การใช้ก้อนตะกั่วขนาดประมาณ 4 เซนติเมตรที่ระดับความลึกที่ต้องการรักษา วางปิดกั้นรังสีกลางบริเวณรักษา ทำให้แบ่งบริเวณรักษาออกเป็น 2 ส่วน (split field) เพื่อป้องกันไขสันหลังในการฉายรังสี

บริเวณส่วนนอก หรือป้องกันกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย รวมทั้งการฉายรังสีส่วนอุ้งเชิงกรานในผู้ป่วยโรคมะเร็งระบบสืบพันธุ์สตรี ซึ่งต้องสอดใส่สารกัมมันตรังสีเข้าไปในโพรงมดลูก<sup>(4-7)</sup> การทราบถึงปริมาณรังสีที่อวัยวะนั้นได้รับ จึงมีความสำคัญในการช่วยป้องกันผลข้างเคียงจากรังสีได้

ปริมาณรังสีภายใต้ก้อนตะกั่วที่อวัยวะได้รับ อาจคำนวณด้วยวิธีของ Clarkson<sup>(2-4)</sup> หรือวิธีง่าย ๆ แบบ negative field<sup>(2,3)</sup> ซึ่งหากคำนวณด้วยมือ จะมีความยุ่งยากและใช้เวลานาน ไม่เหมาะสำหรับงานประจำวัน และการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสะดวกกว่าแต่มีราคาสูงมาก นอกจากนี้ ข้อมูลทางรังสีฟิสิกส์ของเครื่องโคบอลต์-60 แต่ละรุ่น และความสามารถในการปิดกั้นรังสีของก้อนตะกั่วแต่ละชนิดก็อาจแตกต่างกัน

จึงได้ทำการศึกษาปริมาณรังสีภายใต้ก้อนตะกั่วขนาดที่ใช้ในงานในหน่วยรังสีรักษาทั่วไป ซึ่งมีขนาดประมาณ 4.6 เซนติเมตรที่ระยะ 80 เซนติเมตรจากต้นกำเนิดรังสี ในลักษณะการวางก้อนตะกั่วแบบ split field ด้วยเทคนิค source-axis distance แล้วสร้างแผนภูมิแสดง

ปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านก้อนตะกั่ว (% transmitted dose) เกี่ยวกับปริมาณรังสีที่ให้ (primary dose) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อตำแหน่งก้อนตะกั่วตรงกับแนวแกนกลางลำรังสี (central axis) และเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสี (off-axis) ตั้งแต่ 1-4 เซนติเมตร ด้วยขนาดลำรังสีที่เปิด (field size at depth of isocenter) และระดับความลึก (measurement depth) ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถประมาณค่าปริมาณรังสีที่อวัยวะนั้น ได้รับอย่างรวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น

### วัสดุและวิธีการศึกษา

1. ตรวจสอบความถูกต้องในการวัดปริมาณรังสีของหัววัดรังสี ionization chamber NE 0.60 cc Robust Farmer 2581 (polystyrene cap) โดยวัดเปรียบเทียบกับสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน Strontium-90 พบว่ามีความผิดพลาด น้อยกว่า  $\pm 5\%$

2. ตรวจสอบคุณภาพเครื่อง โคบอลต์-60 ยี่ห้อ Theratron รุ่น 780C เกี่ยวกับระบบการทำงานต่าง ๆ ได้แก่ gantry rotation isocenter, collimator rotation isocenter, field size indicator, light-radiation field coincidence, optical distance indicator และ laser pointer พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

3. วาง water phantom ซึ่งใช้เป็นตัวแทนผู้ป่วยบนเตียงฉายรังสี สำหรับวัดลำรังสีในแนวตั้ง (vertical beam) ซึ่งสามารถปรับระดับน้ำได้ ขนาด 35 x 35 x 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ใส่อุปกรณ์หัววัดรังสี ในช่องสำหรับวัดรังสี จัด laser pointer ให้ศูนย์กลางหัววัดรังสีตรงกับ isocenter ของเครื่องโคบอลต์-60

5. ต่อสายเคเบิลของหัววัดรังสีเข้ากับเครื่องวัดรังสี farmer dosimeter type NE2570/1B ตั้ง voltage ของเครื่องวัดรังสีเป็น -V

6. เติมน้ำใน water phantom ให้สูงกว่าศูนย์กลางของหัววัดรังสี 1 เซนติเมตร

7. ตั้งอุปกรณ์ทิ้งไว้ในห้องโคบอลต์-60 และเปิดเครื่องวัดรังสีก่อนทำการวัดรังสีอย่างน้อย 30 นาที

8. ฉายรังสีที่หัววัดรังสีอย่างน้อย 100 เรินท์แกน เพื่อให้ค่าที่วัดได้มีความคงที่

9. เปิดขนาดลำรังสี (field size at depth of isocenter) เท่ากับ 5 x 5 ตารางเซนติเมตร

10. ฉายรังสีที่หัววัดรังสีเป็นเวลา 1 นาที แล้วอ่านค่าประจุที่หน้าจอเครื่องวัดรังสีซึ่งมีหน่วยเป็น nC (นาโนคูลอมบ์)

11. ใส่น้ำ perspex tray แบบทึบที่หัวเครื่องโคบอลต์-60 วางตะกั่วรูปสี่เหลี่ยม หน้า 5 เซนติเมตร กว้าง 3 เซนติเมตร (ซึ่งจะมีความกว้างประมาณ 4.6 เซนติเมตร ที่ระยะ 80 เซนติเมตรจากต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60) ซึ่ง ถูกใช้ปิดกั้นรังสีสำหรับบริเวณกว้างประมาณ 4 เซนติเมตรอยู่เสมอ วางก้อนตะกั่วปิดกั้นรังสีในลักษณะ split field (แบ่งบริเวณฉายรังสีออกเป็น 2 fields) ให้แกนกลางของตะกั่วตรงกับแกนกลางของหัววัดรังสี

12. ฉายรังสีที่หัววัดรังสีเป็นเวลา 1 นาที แล้วอ่านค่าประจุที่หน้าจอเครื่องวัดรังสีอีกครั้ง

13. ค่าประจุที่วัดได้แต่ละค่า นำไปแก้ค่าอุณหภูมิและความดันของอากาศในขณะที่ทำการวัดรังสีด้วย correction factor ( $k_{TP}$ )<sup>(8,9)</sup> ดังนี้

$$k_{TP} = [(273.15 + t) / (293.15)] * [1013.25 / p]$$

โดยที่ T คือ อุณหภูมิของอากาศ (°C) ขณะที่ทำการวัดรังสี

P คือ ความดันของอากาศ (mbar) ขณะที่ทำการวัดรังสี

14. ค่าประจุที่แก้ค่าอุณหภูมิและความดันอากาศแล้ว นำไปคำนวณเป็นปริมาณรังสีดูดกลืนในน้ำที่ effective point of measurement ( $P_{eff}$ ) ซึ่งจากค่าพลังงานของสารกัมมันตรังสีโคบอลต์-60 จุดนี้จะอยู่สูงขึ้นไปจากศูนย์กลางของหัววัดรังสี 0.189 เซนติเมตร<sup>(9)</sup> (ab-sorbed dose in water at effective point of measurement,  $D_{w(P_{eff})}$ ) ด้วยสูตร

$$D_{w(Peff)} = M \cdot N_{p,w}$$

โดยที่ M คือประจจุที่วัดได้และแก้ค่าอุณหภูมิ

และความดันอากาศแล้ว

$N_{D,w}$  คือค่าแก้สำหรับการคำนวณปริมาณรังสีดูดกลืนในน้ำของเครื่องวัดรังสี (absorbed dose to water calibration factor) สำหรับ ionization chamber นี้มีค่าเท่ากับ 5.773 cGy/nC ซึ่งได้แก้ค่า ion recombination effect ( $k_s$ ) และ polarity effect ( $k_{pol}$ ) แล้ว

15. ค่าปริมาณรังสีดูดกลืนในน้ำ  $D_{w(Peff)}$  จากการปิดกั้นรังสีด้วยตะกั่วนำไปแก้ค่าการลดทอนพลังงานรังสีของ perspex tray (tray factor) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.923 แล้วคิดเป็น %transmitted dose โดยเปรียบเทียบกับ  $D_{w(Peff)}$  เมื่อไม่ปิดกั้นรังสีด้วยตะกั่ว (open field) ในแนวแกนกลางลำรังสี (central axis)

16. เปลี่ยนขนาดลำรังสีตั้งแต่ 10 x 10 ถึง 25 x 25 ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดลำรังสีในช่วงใช้งานจริง

17. ศึกษา %transmitted dose ในแนวแกนกลางลำรังสี (central axis) และในแนวเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสี (off-axis: ขยับตะกั่วและหัววัดรังสีออกห่างจาก

แกนกลางรังสี) 1-4 เซนติเมตร โดยหลีกเลี่ยงบริเวณ penumbra ของลำรังสี

18. ทำการศึกษาตามข้อที่ 10 ถึง 17 อีกครั้งโดยเปลี่ยนระดับน้ำตั้งแต่ 2-12 เซนติเมตรสูงจากศูนย์กลางของหัววัดรังสี

19. ค่าปริมาณรังสีทุกค่าที่ได้คำนวณให้เป็นวันที่ทำการศึกษาดียวกัน โดยคูณด้วย decay factor

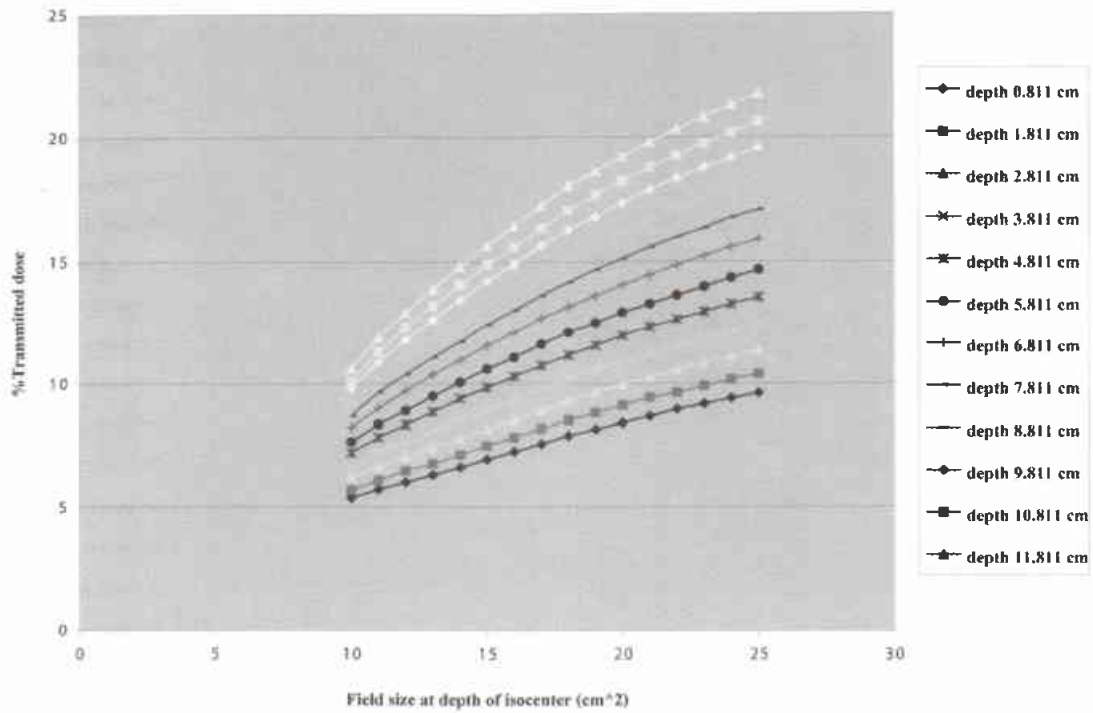
20. สร้างแผนภูมิแสดง %transmitted dose ในแนว central axis และ off-axis ของขนาดลำรังสีที่เปิดและระดับความลึกต่าง ๆ

**ผลการศึกษา**

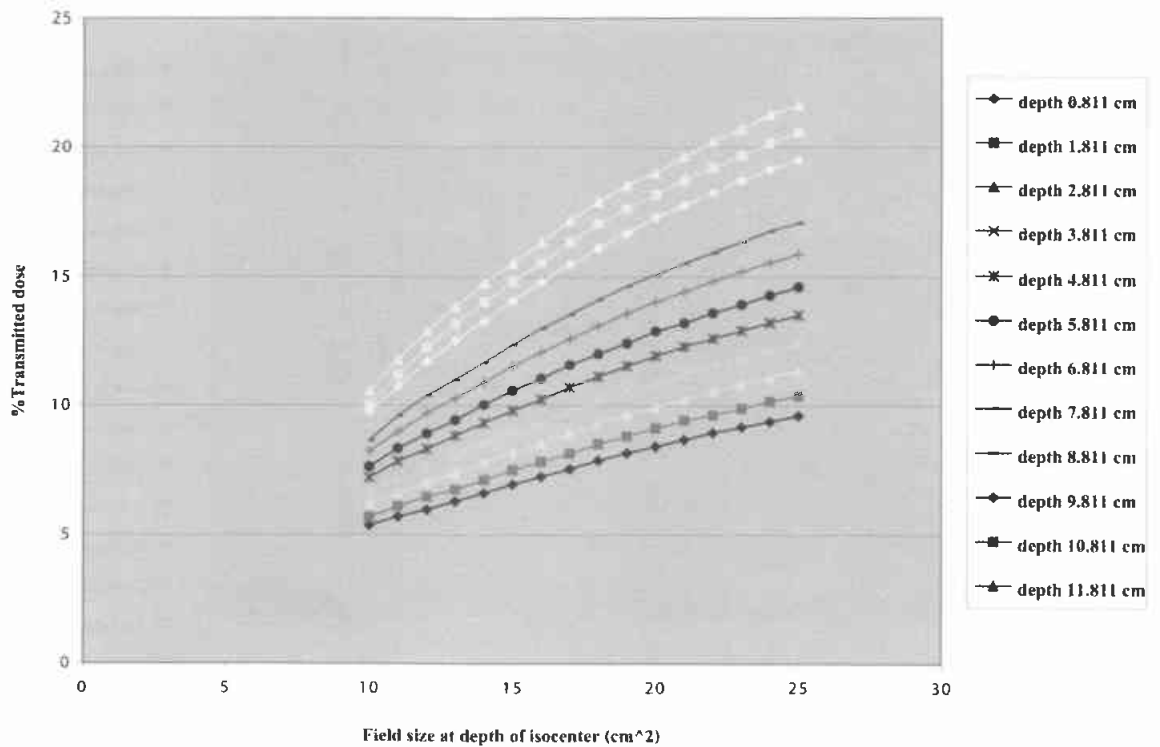
ปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่ว (%transmitted dose) ที่วัดได้จากการศึกษานี้ก) เป็นการเปรียบเทียบกับขนาดลำรังสีที่เปิด ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในแนวแกนกลางลำรังสี, แนวเบี่ยงจากแกนกลางลำรังสีที่ 1, 2, 3 และ 4 เซนติเมตร ดังตัวอย่างแผนภูมิที่ 1 และ 2 ข). เป็นการเปรียบเทียบกับระดับความลึก ที่ขนาดลำรังสีที่เปิดในแนวแกนกลางลำรังสี, แนวเบี่ยงจากแกนกลางลำรังสีที่



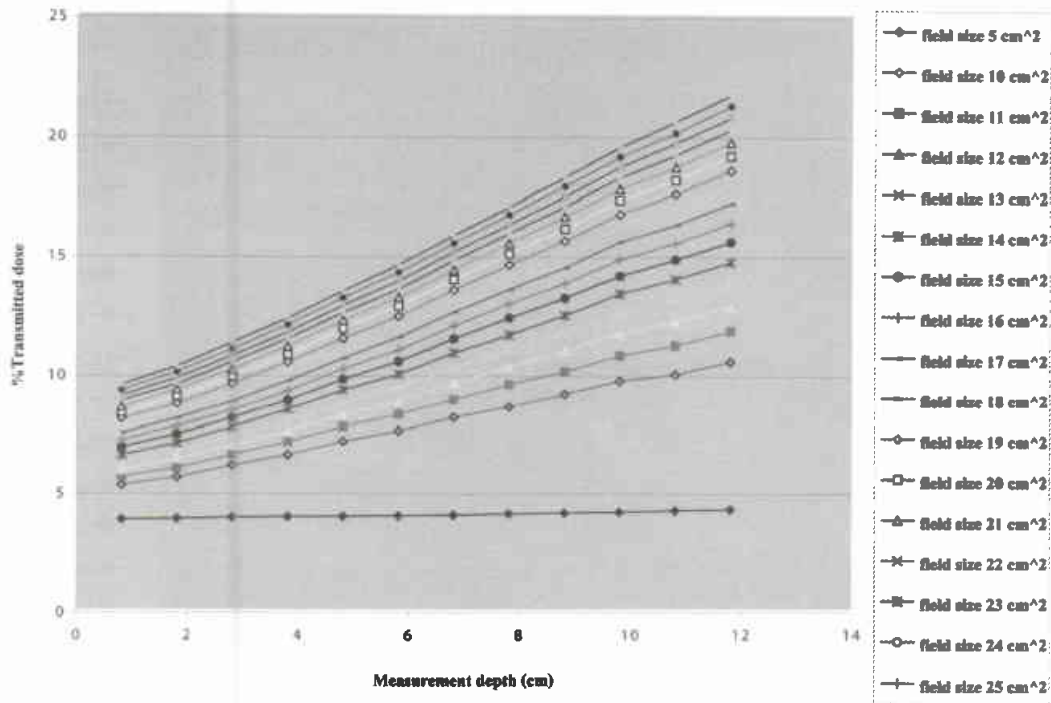
ภาพที่ 1 การจัด water phantom บนเตียงฉายรังสี ให้ศูนย์กลางของหัววัดรังสีอยู่ตรงกับ isocenter ของเครื่องโคบอลต์-60 ทำการวัดอุณหภูมิและความดันอากาศเพื่อแก้ค่าประจจุที่วัดได้โดยหัววัดรังสี



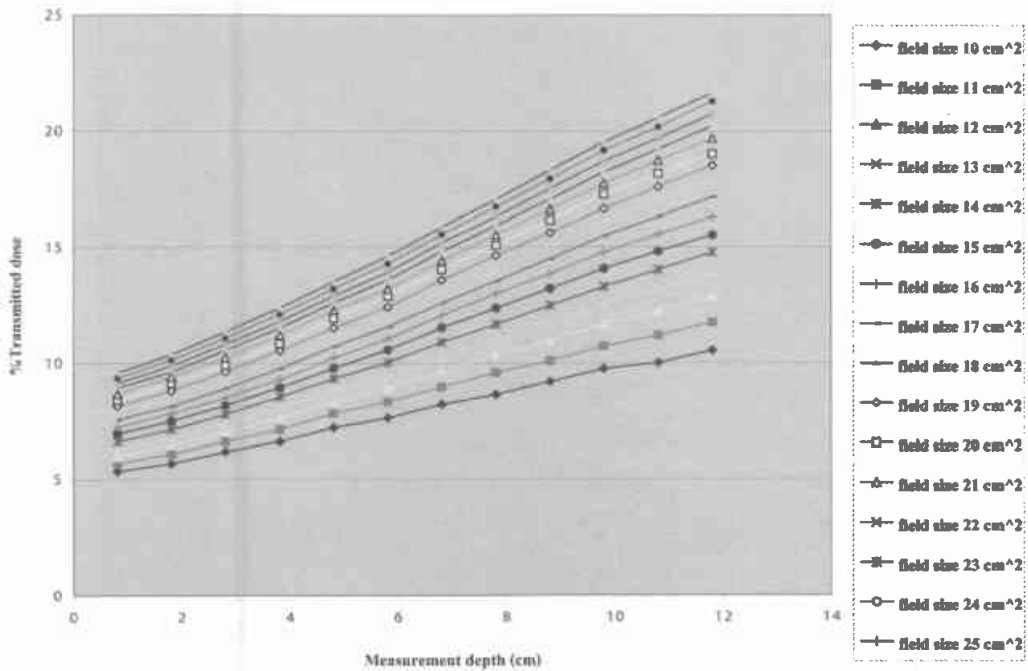
แผนภูมิที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง %transmitted dose กับขนาดลำรังสีที่เปิด ที่ระดับความลึกต่างๆ ในแนวแกนกลางลำรังสี



แผนภูมิที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง %transmitted dose กับขนาดลำรังสีที่เปิด ที่ระดับความลึกต่างๆ ในแนวเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสี 1 เซนติเมตร



แผนภูมิที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง %transmitted dose กับระดับความลึก สำหรับขนาดลำรังสีที่เปิดต่าง ๆ ในแนวแกนกลางลำรังสี



แผนภูมิที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง %transmitted dose กับระดับความลึก สำหรับขนาดลำรังสีที่เปิดต่าง ๆ ในแนวเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสี 1 เซนติเมตร

1, 2, 3 และ 4 เซนติเมตร คั่งตัวอย่างแผนภูมิที่ 3 และ 4 ซึ่งพบว่า ในแนวเบี่ยงเบนจากลำรังสีจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะห่างจากแกนกลางลำรังสี เนื่องจากความหนาของก้อนตะกั่วในแนวทแยงจะหนากว่าในแนวตั้งฉากกับลำรังสี รวมทั้งปริมาณรังสีจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะห่างจากแกนกลางลำรังสี นอกจากนี้ปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกตามขนาดลำรังสีและความลึกที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นช้าลงเมื่อลำรังสีมีขนาดใหญ่มา ๆ เนื่องจาก ปริมาณรังสีกระเจิงจากบริเวณขอบลำรังสีที่สามารถเดินทางมาถึงจุดที่วัดรังสีได้เริ่มคงที่

### วิจารณ์

ปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่ว (%primary transmission) จากการศึกษามีค่าประมาณร้อยละ 4 โดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามความลึกที่เพิ่มขึ้น จากการเกิดรังสีกระเจิง (scatter radiation) ในตัวกลาง นั่นคือ ก้อนตะกั่วซึ่งมีความหนา 5 เซนติเมตร สามารถป้องกันรังสีได้ถึงร้อยละ 96 ปริมาณรังสีที่นอกเหนือจาก primary transmission หรือมากกว่าร้อยละ 4 นั้น เกือบทั้งหมดเกิดจากการกระเจิงของรังสีภายใน (internal scatter) ซึ่งเกิดจากบริเวณที่เปิดลำรังสีไปยังตำแหน่งที่ทำการวัดรังสี

ปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วจากการศึกษาเป็นปริมาณสัมพัทธ์ (relative dose) โดยไม่ได้สนใจความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนพลังงานรังสี (mass attenuation coefficient:  $m_r$ ) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานรังสี (mass energy-absorption coefficient:  $m_{enr}$ ) ของเนื้อเยื่อต่างชนิดกัน เนื่องจากอยู่ในเงื่อนไขเดียวกัน ทั้งลำรังสีที่ไม่มีการปิดกั้นและมีการปิดกั้นรังสีด้วยก้อนตะกั่ว อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ได้ ใช้น้ำเป็นตัวกลาง ซึ่งคล้ายกับองค์ประกอบส่วนใหญ่ของร่างกายและจากค่าพลังงานของโคบอลต์-60 พบว่าน้ำมีค่า  $m_r$  และ  $m_{enr}$  ใกล้เคียงกับกล้ามเนื้อและไขมันมาก<sup>(3,4)</sup> ดังนั้นผลที่ได้จะมีการกระจายรังสีใกล้เคียงกับในร่างกาย นอกจากนี้การ

ศึกษานี้ มุ่งความสนใจที่จุดที่ได้รับปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วสูงสุด จึงไม่ได้ทำการวัดปริมาณรังสีในจุดอื่น ๆ ได้ก่อนตะกั่วตามความยาวของก้อนตะกั่ว

ปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วในการศึกษานี้ ได้จากการเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีในแนวแกนกลางลำรังสีเมื่อ ไม่มีการปิดกั้นรังสี (open field) ณ จุดที่ใกล้เคียงกับ isocenter ที่สุด ซึ่งมักเป็นจุดที่กำหนดปริมาณรังสีแก่ผู้ป่วย เพื่อให้สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น จากแผนภูมิที่ได้ ค่า %transmitted dose ที่ความลึกประมาณ 6 เซนติเมตร ขนาดลำรังสีที่ระดับความลึกของ isocenter เท่ากับ 14 ตารางเซนติเมตร ในแนวเบี่ยงเบนจากลำรังสี 2 เซนติเมตร มีค่าประมาณ 10% หมายความว่า ถ้ากำหนดปริมาณรังสีที่ให้ผู้ป่วย เท่ากับ 200 cGy จะทำให้จุดที่อยู่ได้ก่อนตะกั่ว นั้นได้รับปริมาณรังสี 20 cGy นอกจากนี้ข้อมูลปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่ว ได้จากการเปิดลำรังสีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส (square field) แต่สามารถประยุกต์เพื่อใช้กับลำรังสีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ ด้วยการ ใช้ตารางเทียบเท่าสี่เหลี่ยมจัตุรัสสำหรับสี่เหลี่ยมผืนผ้า (equivalent square of rectangular fields)<sup>(3,4)</sup> ซึ่งแสดงขนาดลำรังสีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสเทียบกับรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการกระจายรังสีตามความลึกในแนวแกนกลางลำรังสี (central axis depth dose distribution) เท่ากัน หรือคำนวณจากวิธี rule of thumb<sup>(3)</sup> ซึ่งมีหลักการว่า ลำรังสีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเทียบเท่ากับลำรังสีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มี area/perimeter เท่ากัน

กรณีทีบริเวณฉายรังสีมีส่วนอื่นถูกปิดกั้นรังสีโดยก้อนตะกั่วด้วยนั้น การหาค่าปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วแบบเดียวกับการศึกษานี้ จะต้องใช้ effective field size<sup>(2,4)</sup> ซึ่งสมมุติว่าไม่มีส่วนที่ถูกปิดกั้นแบบ split field แล้วค่าที่ตรวจได้จะต่ำกว่าความเป็นจริง (under estimation) เล็กน้อย และค่าปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วในแนวเบี่ยงเบนจากแกนกลางลำรังสีในการศึกษานี้ เหมาะสมสำหรับกรณีพื้นผิวที่ฉายรังสีค่อนข้างอยู่ในระนาบเดียวกัน เช่นบริเวณใกล้เคียงแกนกลางลำตัว ไม่เหมาะกับบริเวณที่มีความโค้ง

อวัยวะสำคัญในอุ้งเชิงกราน อาจไม่ได้อยู่ในแนวแกนกลางลำตัวเสมอไป นอกจากนั้น รูปร่างและตำแหน่งของอวัยวะเหล่านี้ยังอาจเปลี่ยนแปลงในระหว่างการรักษาได้<sup>(4)</sup> ดังนั้น เพื่อให้สามารถปิดกั้นรังสีได้ตรงกับอวัยวะนั้นที่สุด ควรมีการใช้สารทึบรังสีเพื่อให้ทราบรูปร่างและตำแหน่งให้แน่นอน

การนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์เช่น ในการรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งระบบสืบพันธุ์สตรี ต้องได้รับการฉายรังสีจากระยะไกล และอาจต้องได้รับการฉายรังสีจากระยะใกล้ (brachytherapy) ด้วยการสอดใส่แร่กัมมันตรังสีด้วย ผู้ป่วยต้องได้รับการปิดกั้นรังสีขนาดประมาณ 4 เซนติเมตรด้วยตะกั่วคล้ายกับการศึกษานี้ ในบริเวณแกนกลางแบบ split field เพื่อลดผลข้างเคียงต่อกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย ดังนั้น แพทย์สามารถใช้ค่าปริมาณรังสีได้ก่อนตะกั่วจากผลการศึกษา ประกอบการพิจารณาในการวางแผนการรักษา ผู้ป่วย โดยอาจพิจารณาเพิ่มหรือลดปริมาณรังสีที่ให้แก่ผู้ป่วยเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วย นั่นคือ เซลล์มะเร็งได้รับปริมาณรังสีสูงสุด โดยที่เกิดผลข้างเคียงต่อเนื้อเยื่อปกติที่น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถประมาณค่าปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญได้รับจากการปิดกั้นรังสีด้วยก้อนตะกั่วขนาดกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร แบบ split field ได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสมสำหรับหน่วยงานที่ไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้งาน ซึ่งหน่วยงานอื่นที่มีเครื่องโคบอลต์-60 ที่แตกต่างจากยี่ห้อและรุ่นที่ใช้ในการศึกษานี้ ก็นำข้อมูลไปใช้ควรมีการตรวจสอบก่อนการใช้งาน โดยอาจสุ่มตัวอย่างผลการศึกษาดูด้วยก้อนตะกั่วที่ใช้งานจริง แล้วจึงหาค่าความแตกต่างเพื่อนำไปปรับใช้งานต่อไป

## สรุป

ก้อนตะกั่วหนา 5 เซนติเมตร สามารถปิดกั้นรังสีได้ประมาณร้อยละ 96 โดยที่ปริมาณรังสีภายใต้ก้อนตะกั่วขึ้นกับขนาดลำรังสีที่เปิด, ตำแหน่งที่ปิดกั้นรังสี และระดับความลึก

## เอกสารอ้างอิง

1. พวงทอง ไกรพิบูลย์. บทนำรังสีรักษาคลินิก. ใน: พวงทอง ไกรพิบูลย์, วิภา บุญกิตติเจริญ, จีระภา ดันนันทน์, บรรณาธิการ. ตำรารังสีรักษา: ฟิสิกส์ชีวรังสีการรักษาพยาบาลผู้ป่วย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช; 2534. หน้า 95-103.
2. Khan FM, Potish RA, editors. Treatment planning in radiation oncology. Baltimore: William & Wilkins; 1998.
3. Khan FM. The physics of radiation therapy. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott; 2003.
4. Johns HE. The physics of radiology. 4th ed. Springfield: Charles C Thomas; 1983.
5. Dobbs J, Barrett A, Ash D, editors. Practical radiotherapy planning. 3rd ed. London: Arnold; 1999.
6. Durant JR, Omura GA. Gynecologic neoplasms. In: Calabresi P, Schein PS, editors. Medical oncology: basic principle and clinical management of cancer. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 1993. p. 851-82.
7. Cohen M, Mitchell JS, editors. Cobalt-60 teletherapy: a compendium of international practice. Vienna: IAEA; 1984.
8. International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in photon and electron beams: an international code of practice. Vienna: IAEA; 1987. IAEA technical reports series. no. 277.
9. International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy: an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. Vienna: IAEA; 2000. IAEA technical reports series. no. 398.